



# **VNiVERSiDAD D SALAMANCA**

**Facultad de Enfermería y Fisioterapia**

**Grado en Enfermería**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**Revisión bibliográfica sistemática**

**MANEJO DEL PACIENTE  
QUEMADO POR ELECTRICIDAD**

**Estudiante: Ana Bravo Marcos**

**Tutora: Susana Sudón Pollo**

**Salamanca, Mayo de 2020**

## **ÍNDICE**

1. RESUMEN.....	3
2. INTRODUCCIÓN .....	4
2.1. Recuerdo Anatómico-fisiológico de la piel.....	4
2.2. Definición de quemadura .....	4
2.3. Clasificación de las quemaduras .....	5
2.4. Quemadura eléctrica: generalidades y repercusión .....	9
3. OBJETIVOS .....	10
4. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA.....	11
5. SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	12
6. CONCLUSIÓN .....	24
7. BIBLIOGRAFÍA .....	26
8. ANEXOS .....	30
Anexo 1. Factores de gravedad de las lesiones eléctricas .....	30
Anexo 2. Fisiopatología de las quemaduras eléctricas .....	31
Anexo 3. Valoración inicial del paciente según la regla ABCDE.....	33

**LISTADO DE ABREVIATURAS:**

- CK: Enzima Creatina-Quinasa.
- CK-MB: Enzima Creatina-Quinasa MB.
- ECG: Electrocardiograma.
- FV: Fibrilación Ventricular.
- SNG: Sonda Nasogástrica.
- SCQ: Superficie Corporal Quemada.
- TV: Taquicardia Ventricular.
- TropI: Troponina I.
- USAL: Universidad de Salamanca.

## **1. RESUMEN**

Las quemaduras suponen un enorme problema de salud a nivel mundial, provocando anualmente un elevado número de fallecidos. Entre los diversos tipos en los que podemos clasificar este tipo de lesiones, aquellas producidas por electricidad corresponden a un pequeño porcentaje de casos, aunque esto no es indicativo de la gravedad de las mismas. Dichas lesiones producen una gran afectación a nivel sistémico que, en ocasiones, puede llegar a pasar desapercibida debido a un escaso daño cutáneo, por lo que son consideradas las más devastadoras. Al igual que el resto de quemaduras, precisan de una atención sanitaria especializada, teniendo la enfermería, por tanto, un papel fundamental en la actuación y seguimiento de este tipo de pacientes.

Debido a su gran complejidad, se ha decidido llevar a cabo una revisión bibliográfica acerca del manejo de los pacientes quemados por electricidad. Para su realización, se han consultado determinadas bases de datos, como PubMed, Medline o Scielo, durante los meses comprendidos entre Diciembre del 2019 y Febrero del 2020. En dicho trabajo, se muestran las indicaciones y propuestas de diversos autores sobre este tema, no existiendo gran controversia entre ellos y remarcando la importancia de las diferentes pautas de actuación con respecto al resto de quemaduras.

Tras este estudio, se llega a la conclusión de que el tratamiento debe basarse en tres medidas fundamentales: la reanimación intensa mediante fluidoterapia, la valoración constante de la vascularización distal y la intervención quirúrgica urgente en caso de ser necesario.

**PALABRAS CLAVE:** quemaduras, electricidad, enfermería, protocolos de actuación.

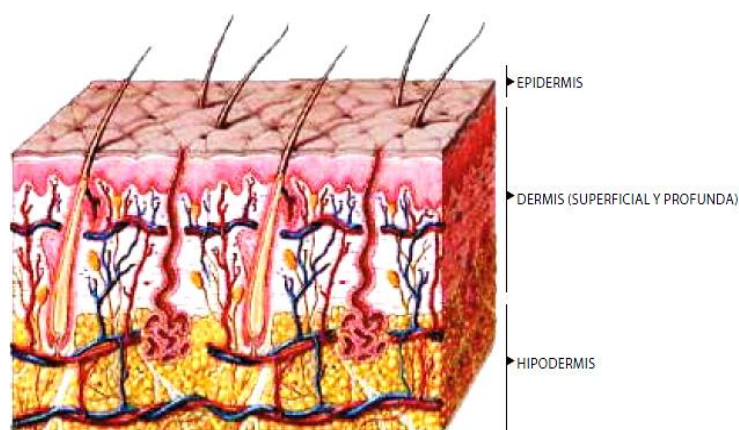
## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1. Recuerdo Anatómico-fisiológico de la piel

La piel es el órgano más extenso del cuerpo, representando cerca del 15% del peso corporal, y entre sus funciones más importantes cabe destacar su papel en la homeostasis, mediante el mantenimiento de la temperatura corporal y el balance de fluidos, y la protección del organismo frente a agentes externos. Además de esto, tiene una gran importancia a nivel sensorial, debido a que posee numerosas terminaciones nerviosas. <sup>(1, 2)</sup>

En cuanto a su composición, es necesario definir las capas que la forman, pues la afectación de estas determinará la gravedad de la lesión. <sup>(2, 3)</sup> (Figura 1)

- **Epidermis:** es la capa más externa y su función primordial es actuar como barrera entre el organismo y el medio externo. Es avascular, aneural y posee una alta capacidad de regeneración.
- **Dermis:** se sitúa por debajo de la capa anterior y se divide, a su vez, en un recubrimiento papilar (superficial y delgado) y uno reticular (grueso y profundo). Se compone de células, vasos, nervios y tejido conjuntivo, lo que le proporciona una gran resistencia.
- **Hipodermis o tejido celular subcutáneo:** es la capa más profunda de la piel y está formada por tejido adiposo principalmente.



**Figura 1.** Diferenciación de las capas de la piel. <sup>(2)</sup>

### 2.2. Definición de quemadura

Una quemadura se define como una lesión producida en los tejidos vivos como consecuencia de la acción de un determinado agente externo. <sup>(1)</sup>

La profundidad y severidad de una quemadura viene determinada por la fuente de energía que produce la lesión, la duración de la exposición a ella, el nivel de conductividad, la zona corporal y el tipo de tejidos afectados, la edad del individuo y su estado previo de salud (patologías concomitantes). <sup>(2)</sup>

### **2.3. Clasificación de las quemaduras**

Para poder determinar las características de la quemadura y hacer una adecuada valoración, se establece una clasificación atendiendo a diversos factores.

➤ Según el agente causal: <sup>(2)</sup>

- **Quemaduras térmicas:** causadas por el contacto con sustancias calientes, que pueden ser por sólidos, líquidos, gases o llamas. Las más frecuentes son las escaldaduras y las producidas por llamas.
- **Quemaduras por congelación:** producidas por bajas temperaturas.
- **Quemaduras eléctricas:** debido al paso de corriente eléctrica por el organismo.
- **Quemaduras químicas:** producidas por el contacto con agentes químicos (ácidos, bases y determinados gases).
- **Quemaduras por radiación:** originadas por una fuente de radiación, que puede ser solar o ionizante.

➤ Según la profundidad: <sup>(1-6)</sup>

- **Quemaduras superficiales, epidérmicas o de primer grado:** afectan a la epidermis exclusivamente. Se caracterizan por enrojecimiento cutáneo, debido a la vasodilatación de los vasos adyacentes y aumento del riego tisular, manteniendo la integridad de la piel. Son dolorosas y suelen resolver de forma espontánea en un periodo inferior a 7 días sin dejar secuelas. <sup>(Imagen 1)</sup>



**Imagen 1.** Quemadura de primer grado. <sup>(3)</sup>

○ **Quemaduras dérmicas o de segundo grado:** <sup>(Imagen 2)</sup>

- **Superficiales:** afectan a la epidermis y a la dermis papilar. Es frecuente que aparezcan flictenas o ampollas, como consecuencia del aumento de la permeabilidad de los microvasos. Si estas se rompen, darán lugar a lesiones sonrosadas y húmedas, que pueden provocar una despigmentación cutánea. Estas quemaduras son muy dolorosas y suelen remitir en un periodo corto de tiempo (normalmente inferior a 21 días).
- **Profundas:** la afectación llega hasta la dermis reticular. El lecho de la quemadura es de color rosáceo, pálido y de aspecto seco, lo que indica una mala perfusión. Hay una disminución del dolor o hipoestesia, ya que las terminaciones nerviosas pueden haber sido afectadas. En este caso, la capacidad de regeneración a partir de la propia lesión es mucho menor, por lo que se recurrirá a tratamiento quirúrgico.



**Imagen 2.** Quemadura de segundo grado. <sup>(2)</sup>

- **Quemaduras de espesor total o tercer grado:** implican la destrucción total del espesor de la piel, pudiendo llegar a afectar incluso a tejidos subyacentes. Se aprecia un lecho pálido o pardusco, de aspecto seco y sin elasticidad. La zona afectada se encuentra anestesiada debido a la completa destrucción de las terminaciones nerviosas y el tratamiento de elección es quirúrgico. Son muy graves, pudiendo llegar a comprometer la vida del paciente, y dejando enormes secuelas, tanto físicas como psicológicas. <sup>(Imagen 3)</sup>



**Imagen 3.** Quemadura de tercer grado. <sup>(6)</sup>

- **Quemaduras de cuarto grado o carbonización:** el daño se ha extendido a estructuras profundas, como músculo, tendones y hueso.

➤ Según la gravedad de las lesiones: (Tabla 1)

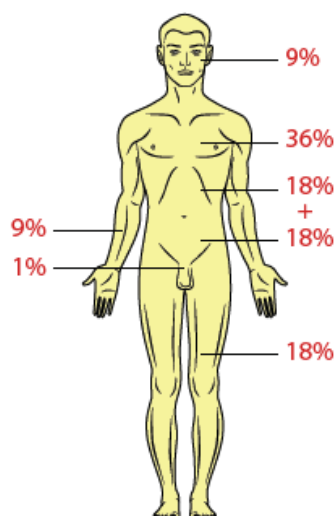
<b>Según la gravedad</b>	<b>Leves</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Todas las quemaduras epidérmicas.</li> <li>▪ Dérmicas &lt; 15% SCQ (Superficie Corporal Quemada) en adulto o &lt; 10% SCQ en niños y ancianos.</li> <li>▪ Subdérmicas &lt; 2% SCQ.</li> <li>▪ Lesiones aisladas.</li> <li>▪ No sospecha de inhalación de humo o electrocución.</li> <li>▪ No afectación de cara, manos, genitales o pies.</li> <li>▪ No implicación de pliegues de flexo-extensión de grandes articulaciones.</li> </ul>
	<b>Moderadas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dérmicas 15-25% SCQ en adulto y 10-20% SCQ en niños y ancianos.</li> <li>▪ Subdérmicas &lt; 10% SCQ.</li> </ul>
	<b>Graves</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dérmicas <math>\geq</math> 25% SCQ en adulto y <math>\geq</math> 20% en niños menores de 10 años y en ancianos.</li> <li>▪ Subdérmicas <math>\geq</math> 10% SCQ.</li> <li>▪ Afectación de ojos, genitales, orejas, manos, pies y cara.</li> <li>▪ Eléctricas de alto voltaje.</li> <li>▪ Traumatismos añadidos.</li> <li>▪ Inhalación de humos.</li> </ul>

**Tabla 1.** Clasificación de las quemaduras en función de su gravedad. <sup>(2)</sup>



Para poder realizar esta última clasificación es necesario determinar la extensión de la quemadura, la cual se expresa en porcentaje de Superficie Corporal Quemada (% SCQ). Los métodos más conocidos para su estimación son los siguientes:

- **Regla del 1 o regla de la palma de la mano:** se emplea si las quemaduras son aisladas o la extensión es pequeña. Es un método de evaluación rápida en el que se superpone la palma de la mano del paciente, que equivale al 1% de su superficie corporal, para obtener así un cálculo aproximado. <sup>(4)</sup>
- En el caso de que las zonas afectadas sean más extensas, se emplea la **Regla de los 9 o de Wallace**, en la cual se le asigna a cada parte corporal un porcentaje determinado, calculando así el total de superficie quemada. <sup>(1, 2, 4)</sup> (Figura 2)



**Figura 2.** Regla de los 9 o de Wallace. <sup>(4)</sup>

- Si los pacientes afectados son niños (normalmente hasta los 15 años), no se puede calcular mediante el método anterior, pues su superficie craneal es superior a la de las extremidades. En estos casos, se utilizará la **Regla de Lund-Browder**, la cual determina la severidad de la quemadura en función del tamaño corporal del paciente y su edad. <sup>(2, 4)</sup> (Figura 3)



**Figura 3.** Regla de Lund-Browder. <sup>(4)</sup>

## 2.4. Quemadura eléctrica: generalidades y repercusión

El traumatismo eléctrico se origina debido al paso de corriente eléctrica a través del organismo, lesionando los tejidos a su paso. Este tipo de lesiones son de gran importancia por su gravedad y su probable enmascaramiento, ya que el daño se puede seguir produciendo incluso tiempo después de haber separado a la víctima de la fuente eléctrica. <sup>(4, 5)</sup>

Se producen normalmente en el ámbito laboral y doméstico y son la causa más frecuente de amputaciones en unidades de quemados. <sup>(4)</sup>

Para poder clasificar y valorar de forma adecuada la lesión eléctrica hay que tener en cuenta una serie de **factores de gravedad**, como son la intensidad, el voltaje, la resistencia tisular, el trayecto que sigue la corriente en el organismo, el tipo de corriente y la duración del contacto. <sup>(6, 7)</sup> (Anexo 1)

Todos estos factores quedan reflejados en dos leyes físicas principalmente, las cuales rigen el mecanismo de producción de las lesiones eléctricas:

- \* **Ley de Ohm:** en ella, la intensidad, el voltaje y la resistencia se relacionan entre sí mediante la fórmula  $I=V/R$ , es decir, la intensidad de la corriente es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia del cuerpo (en este caso, del tejido que se ve afectado). Por esto mismo, la diferencia de resistencia de las distintas partes del cuerpo hace que la exposición y el grado de lesión varíen. <sup>(6, 7)</sup>
- \* **Ley de Joule:** defiende que cuanto mayor es la resistencia que ofrece un tejido al paso de la corriente, mayor es el potencial de transformación de energía eléctrica en energía térmica, agravando así el daño tisular. <sup>(6)</sup>

Tras entender cómo se relacionan dichos factores entre ellos, es importante distinguir el tipo de accidente eléctrico que puede darse, pues en función de este variará enormemente la gravedad de la lesión. Entre ellos podemos destacar los siguientes:

- **Traumatismo directo:** suele darse por contacto directo con un cable eléctrico, lo que permite que la corriente eléctrica atraviese el cuerpo, cerrando el circuito con el suelo o una pared. También puede darse si el individuo contacta

con los dos cables de una misma línea eléctrica, sirviendo así su propio cuerpo como cierre del circuito. <sup>(6, 7)</sup>

- **Traumatismo indirecto o arco voltaico:** en este tipo de accidente, la descarga eléctrica generada utiliza como vía de conducción el aire. En el momento en el que la corriente contacta con el medio atmosférico, se produce una luz intensa y un desprendimiento de calor que puede llegar a alcanzar los 3.500 °C, provocando quemaduras a los individuos que se encuentren cercanos al arco. Además, la lesión se agrava debido a la salida y reentrada de la corriente de una parte a otra del cuerpo. <sup>(4, 7)</sup>
- **Fulguración:** se da como consecuencia del alcance de un rayo. <sup>(7)</sup>

Una vez explicados los factores involucrados y el mecanismo de producción de este tipo de lesiones, es importante conocer la fisiopatología, ya que tiene una gran afectación a nivel sistémico y es por ello por lo que se consideran las lesiones dérmicas más devastadoras en relación a su apariencia. <sup>(Anexo 2)</sup>

Asimismo, se deben tener en cuenta las secuelas psicológicas que esto conlleva, pues hasta un 78% de las víctimas de un trauma eléctrico (rayos principalmente) acaban desarrollando una patología psiquiátrica. <sup>(8)</sup>

El gran problema de las quemaduras eléctricas y por lo que suponen un peligro mayor que el resto de lesiones dérmicas, es que en ellas se presenta el denominado *signo del iceberg*, es decir, la presencia de una pequeña quemadura aparentemente superficial pero una gran lesión no evidente en tejidos profundos del organismo, por lo que se debe llevar a cabo una exploración exhaustiva del organismo para evitar que daños mayores pasen desapercibidos. <sup>(6)</sup>

### 3. OBJETIVOS

La enfermería tiene un papel fundamental en el manejo del paciente quemado por electricidad, por lo que el **objetivo principal o general** de esta revisión es la ampliación de conocimientos en cuanto a las funciones de dichos/as profesionales, sirviendo además para el desarrollo de habilidades en relación al ámbito de la búsqueda bibliográfica, contribuyendo así a la investigación enfermera.

El **objetivo secundario o específico** está enfocado a valorar y comparar las recomendaciones actuales sobre la actuación enfermera en este tipo de quemados, pues las lesiones eléctricas son un problema de gran complejidad para las que se necesita una atención especializada.

#### 4. ESTRATEGIA DE BÚSQUEDA

Para poder llevar a cabo esta revisión sistemática, entre los meses de Diciembre de 2019 y Febrero de 2020 se ha realizado una búsqueda bibliográfica acerca del paciente crítico quemado por electricidad y la actuación enfermera correspondiente. Como medio para obtener la información necesaria, se han consultado diversas bases de datos científicas enfermeras como *Pubmed, Medline, Scielo o Cuiden*. También se han recurrido a numerosas revistas de enfermería y libros publicados en relación con este tema a tratar.

Los principales términos utilizados fueron *quemados críticos, trauma eléctrico, tratamiento e intervenciones de enfermería*, al igual que sus correspondientes traducciones al inglés *critically burned patients, electrical injury, treatment, nursing interventions*.

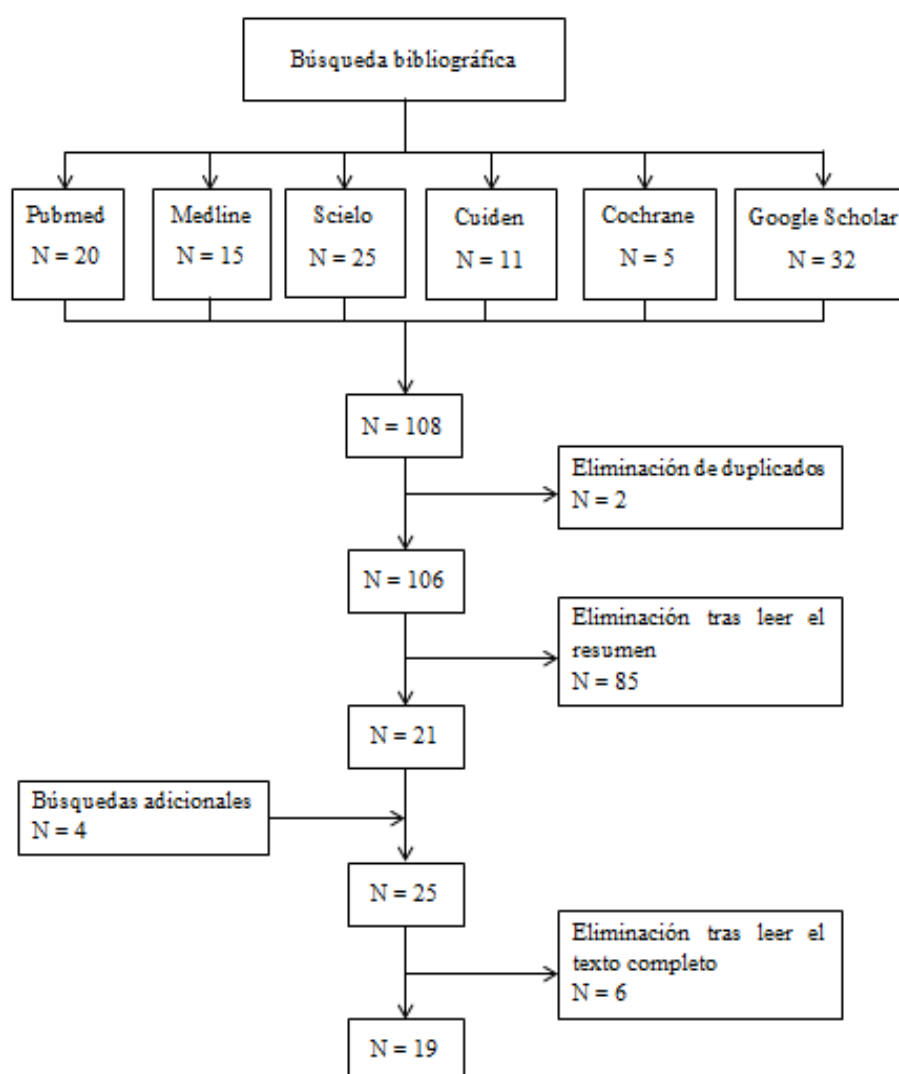
Como criterios de inclusión se determinaron:

- Textos publicados en los últimos diez años, aunque por su relevancia se han incluido ciertas publicaciones anteriores.
- Idioma español e inglés.
- Texto completo (facilitado gracias al campus de la USAL).
- Acceso gratuito.
- Estudios basados exclusivamente en pacientes adultos.

Por lo tanto, los criterios de exclusión corresponden a:

- Textos publicados con fecha anterior a los últimos diez años, exceptuando determinadas publicaciones, como se ha mencionado anteriormente.
- Idioma diferente al español y al inglés.
- Textos incompletos o faltos de información.
- Acceso mediante método de pago.
- Publicaciones relacionadas con la edad pediátrica.

Al realizar la búsqueda inicial se obtuvieron un total de 108 artículos, de los cuales se seleccionaron 21 tras la lectura del resumen y la eliminación de duplicados. Después se incluyeron 4 fuentes, las cuales se encontraban en formato físico. Finalmente, tras la lectura de los textos completos, fueron 19 los artículos seleccionados para realizar esta revisión. (Figura 4)



**Figura 4.** Diagrama de flujo del proceso de selección de artículos. (Elaboración propia)

## 5. SÍNTESIS Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Tras haber consultado numerosos artículos, estudios y revisiones acerca del manejo de los pacientes quemados críticos por electricidad, se va a proceder a realizar una comparación entre ellos, diferenciando los principales puntos a seguir en los que se basa la actuación sanitaria, ya que no todos los autores hacen hincapié en los mismos.

- \* Manejo inicial del paciente: lo primero a realizar por los servicios extrahospitalarios será garantizar la seguridad del equipo y de la zona para así poder realizar una adecuada atención y evitar consecuencias mayores.

Según **Zapata Sirvent, Jiménez Castillo y Besso** <sup>(9)</sup> refieren en su artículo, la primera medida que los profesionales deberán realizar a su llegada será proceder a la interrupción de la corriente y separar al paciente de esta tan pronto como sea posible. En los casos de corriente de bajo voltaje, se utilizarán materiales no conductores para proceder a la desconexión; mientras que en casos de alto voltaje, se deberá desconectar la fuente siempre que sea posible, ya que si se produce un arco voltaico podría provocar a los sanitarios graves lesiones e, incluso, la muerte.

Por su parte, **Abia González y Martínez Bausela** en el “*Manual de actuación clínica en las Unidades Medicalizadas de Emergencia*” <sup>(5)</sup> indican que en los casos de corriente de alto voltaje, el personal no debe acercarse por el motivo anteriormente mencionado. Estos autores señalan que si el individuo no ha podido despegarse de la fuente eléctrica, se procederá a utilizar elementos aislantes igualmente para separarle, independientemente de su voltaje, a diferencia de lo que se señala en la publicación anterior.

Esta guía añade que el paciente quemado por electricidad debe considerarse un paciente politraumatizado, por lo que la valoración inicial será siguiendo la regla ABCDE <sup>(Anexo 3)</sup>, procediendo a la inmovilización cervical oportuna. Además, en el caso de que el paciente se encuentre en una situación de parada cardiorrespiratoria, se iniciarán inmediatamente las maniobras de reanimación cardiopulmonar, las cuales deberán ser más prolongadas en el tiempo.

**Leyva y Carvajal-Flechas** <sup>(10)</sup> coinciden con **Abia González y Martínez Bausela** <sup>(5)</sup> en cuanto a que la valoración inicial debe regirse por los protocolos establecidos por el *Programa de Soporte Vital Avanzado en Trauma (ATLS)*, guiándose por el ABCDE, considerando al individuo como politraumatizado, ya que aproximadamente el 15% de las víctimas de quemaduras eléctricas sufren lesiones traumáticas.

Por otro lado, la “*Guía clínica sobre el manejo del paciente gran quemado*” realizada por el **Ministerio de salud de Chile** <sup>(11)</sup> coincide con las dos primeras publicaciones mencionadas, haciendo hincapié en la utilización de materiales aislantes independientemente del voltaje. Sin embargo, a diferencia de los autores anteriores, especifica que se considerará únicamente como politraumatizado a aquellos pacientes sometidos a una energía de alto voltaje, ya que han podido sufrir caídas o salir despedidos.

- \* [Monitorización cardíaca y biomarcadores](#): debido a que las lesiones eléctricas pueden provocar arritmias potencialmente letales, es necesario realizar una primera valoración completa del funcionamiento cardíaco y llevar a cabo un seguimiento de este.

**Leyva y Carvajal-Flechas** <sup>(10)</sup> recomiendan en su artículo realizar un electrocardiograma (ECG) a todos los pacientes víctimas de lesiones eléctricas como parte sistemática de la evaluación inicial. Refieren que la monitorización cardíaca estaría indicada en los casos en los que se observen alteraciones en el ECG inicial, arritmias documentadas durante el transporte sanitario o en el mismo Servicio de Urgencias, paro cardíaco, pérdida de la conciencia u otras afectaciones que precisen de monitorización. En cuanto a la duración, deberán estar monitorizados durante 24 horas si no ha habido alteración en el ECG o hasta 24 horas después de la resolución de la arritmia en el caso de que la hubiera.

En “*Practice Guidelines for the Management of Electrical Injuries*”, **Arnoldo B, Klein M y Gibran NS** <sup>(12)</sup> profundizan más en este ámbito. Realizaron una revisión de todos los estudios publicados sobre ello, llegando a la conclusión de que no había datos suficientes para determinar la duración óptima de la monitorización cardíaca, sobre todo en aquellos casos en los que se presenten anomalías en el ECG o pérdida de la conciencia. Aun así, refieren que la actuación más frecuente es la monitorización durante 24 horas si el paciente no presenta alteraciones electrocardiográficas y en el caso de que presentara arritmias, de hasta 24 horas después de su resolución, coincidiendo por lo tanto con **Leyva y Carvajal-Flechas** <sup>(10)</sup>.

Por otra parte, **Zapata Sirvent, Jiménez Castillo y Besso** <sup>(9)</sup> y **Garrido Calvo et al.** <sup>(13)</sup> coinciden, indicando que la monitorización debe llevarse a cabo durante al menos las primeras 48-72 horas del ingreso, sin especificar casos concretos, pues resaltan que las arritmias letales se producen en las horas sucesivas al accidente.

**Herndon** en su libro *“Tratamiento integral de las quemaduras”* <sup>(14)</sup> es más contundente que las publicaciones anteriores en cuanto a la duración de la monitorización, puesto que señala que en lugar de una vigilancia prolongada a todos los pacientes, si se aplicara cierto criterio de selección se optimizarían los recursos económicos sin riesgo para la vida del paciente. Según Herndon, la monitorización cardíaca más prolongada se realizaría por protocolo en casos de parada cardíaca documentada, arritmia cardíaca durante el transporte o en el servicio de Urgencias del hospital y ECG anormal en el Servicio de Urgencias (sin tener en cuenta la bradicardia o taquicardia sinusal). Además, se llevará a cabo o no en función del tamaño de la quemadura y la edad del paciente.

Coincidiendo con determinados autores anteriormente mencionados, **Barranco Ruiz et al.** <sup>(15)</sup> hacen una clasificación más simple, determinando que a todo paciente recién llegado a Urgencias se le monitorizará y se le realizará un ECG de 12 derivaciones y en el caso de observar alguna anomalía, se mantendrá la monitorización al menos durante 48 horas. Sin embargo, la monitorización será obligada en ciertas circunstancias como son el paro cardíaco, la pérdida de conciencia, antecedentes de enfermedad cardíaca o factores importantes de riesgo como pueden ser hipoxia, dolor torácico o presencia de una lesión severa que precise ingreso. En las demás circunstancias, se podrá retirar la monitorización tras 12 horas de ritmo normal.

- \* [Pruebas de laboratorio/analítica](#): todos los estudios encontrados hacen referencia a la necesidad de realizar un análisis sanguíneo, especialmente para comprobar los valores séricos de las enzimas Creatina Quinasa (CK), Creatina Quinasa-MB (CK-MB) y Troponina I (TropI); y análisis de orina para poder prevenir una posible mioglobinuria.

Según **Leyva y Carvajal-Flechas** <sup>(10)</sup>, el daño cardíaco como consecuencia de



una lesión eléctrica no se comporta como un verdadero infarto de miocardio, por tanto se ha demostrado que las concentraciones elevadas en sangre de CK y CK-MB no son indicadores fiables de lesión cardíaca, especialmente si hay daño muscular añadido, por lo que no recomiendan su uso como criterio diagnóstico en casos de lesión eléctrica. **Herndon** <sup>(14)</sup> coincide con esta publicación, desaconsejando su utilidad.

En su artículo de revisión, **Arnoldo B, Klein M y Gibran NS** <sup>(12)</sup> llegan a la conclusión de que no hay suficientes estudios acerca de dichas enzimas como indicadores de lesión cardíaca en casos de quemados eléctricos, y los estudios que hay no recomiendan su utilización, debido a la presencia de estas enzimas en el músculo esquelético también. Por este motivo, señalan que la enzima troponina sería más fiable para la valoración del daño miocárdico pero los datos igualmente son insuficientes como para considerarla un marcador de relevancia.

Asimismo, en el “*Protocolo de Quemadura por Alto Voltaje*” creado por el **Servicio de Medicina Intensiva del Hospital Río Hortega (Valladolid)** <sup>(16)</sup> se señala también que los niveles de CK y TropI son malos indicadores de lesión cardíaca. Sin embargo, según este protocolo de actuación, se procederá a la monitorización de dichas enzimas para poder deducir así si ha habido rabdomiólisis, en cuyo caso estarían elevadas.

- \* [Fluidoterapia y valoración de la diuresis](#): será necesario realizar un adecuado aporte de fluidos al paciente para poder recuperar su estabilidad hemodinámica, complementándolo con una valoración horaria de la diuresis, pues es un buen indicador de la hemodinámica y estabilidad renal del paciente. Para ello, se realizará un sondaje vesical.

**Ramos-Gallardo et al.** <sup>(17)</sup> realizaron un estudio con numerosos pacientes quemados por electricidad comparando los diferentes tratamientos que se habían llevado a cabo para poder determinar la efectividad de cada uno. La reanimación hídrica la realizaron mediante la aplicación de la fórmula de Parkland, la cual se utiliza en grandes quemados y se encuentra relacionada con la superficie corporal quemada del individuo. La diferencia es que en este caso, ajustaron las necesidades hídricas con el fin de mantener el volumen urinario entre 1-2

ml/Kg/hora en las primeras 24 horas, independientemente de la SCQ. Consiguieron de esta forma, que el volumen promedio del grupo de pacientes estuviera entre los niveles marcados, sin encontrar diferencias significativas entre ellos. Además, dataron que solamente un paciente del estudio presentó mioglobinuria, desencadenando numerosas complicaciones.

Este artículo es el que presenta una mayor diferencia con respecto al resto, pues ninguno de los autores analizados posteriormente recomienda la aplicación de la fórmula de Parkland.

**Barranco Ruiz et al.** <sup>(15)</sup> defienden que se deberá mantener una diuresis de 0.5-1 ml/Kg/h si el aspecto de esta es normal y de 1-1.5 ml/Kg/h si la orina es colúrica. Junto con la reposición de fluido, se procederá a la alcalinización de la orina con manitol (1 g/Kg) y bicarbonato sódico (1-2 mEq/Kg) para hacer más soluble la mioglobina, además de para corregir la posible existencia de acidosis metabólica.

Asemejándose a las indicaciones de dichos autores, **De los Santos** <sup>(18)</sup> en su *“Guía básica para el tratamiento del paciente quemado”* señala que ante la presencia de orina pigmentada, el gasto urinario debe mantenerse en 100-125 ml/h (1-2 ml/Kg/h) hasta que se observe cierta aclaración. Además, deberá alcalinizarse mediante la administración de 45 mEq/L de solución intravenosa de bicarbonato de sodio. En casos de lesiones severas, se administrará manitol intravenoso (12.5 g) junto con una reposición hídrica agresiva para promover así la diuresis osmótica.

**Leyva y Carvajal-Flechas** <sup>(10)</sup>, por su parte, explican de forma más detallada cuál sería la mejor indicación a seguir. En los pacientes quemados eléctricos (sobre todo por altos voltajes), la afectación de tejidos profundos puede ser mayor en comparación con las lesiones dérmicas, por lo que dichos autores defienden que no debería ser utilizada la fórmula de Parkland, ya que subestima las necesidades hídricas reales de estos pacientes. Señalan que la tasa de infusión inicial debería ser de 7 ml/Kg/% SCQ para las primeras 24 horas de la quemadura (infundiendo la mitad en las 8 horas iniciales) y plantear como meta un gasto urinario de 0.5-1 ml/Kg/h.

La presencia de pigmentos en la orina indica mioglobinuria y/o hemoglobinuria, por lo que plantean la alcalinización de la orina, mediante la cual se evitaría o disminuiría la acumulación de mioglobina en los túbulos renales, disminuyendo por lo tanto, su obstrucción y el consecuente fallo renal. Para ello, indican la administración de manitol, que además, actúa como expansor de volumen intravascular y como vasodilatador. Finalmente, tras el estudio de numerosos casos, este artículo ha demostrado que la administración de bicarbonato sódico y manitol junto con una fluidoterapia adecuada resultó ser más efectivo en la prevención de complicaciones renales que en los casos en los que la fluidoterapia fue la única solución.

**Garrido-Calvo et al.** <sup>(13)</sup> coinciden con los autores recientemente mencionados en cuanto a la fluidoterapia y la administración de manitol como método para alcalinizar la orina. Indican, además, la realización diaria de análisis de sangre y orina durante los días posteriores y recomiendan la medida de la Presión Venosa Central (PVC) para poder controlar así la infusión de líquidos, tanto en déficit como en exceso.

En contraposición, **Abia González y Martínez Bausela** <sup>(5)</sup> en el “*Manual de actuación clínica en las Unidades Medicalizadas de Emergencia*” solo mencionan la importancia de una fluidoterapia temprana, sin hacer referencia a ningún tratamiento posterior, pues es una guía de actuación urgente. Al igual que el resto de documentos, no consideran la fórmula de Parkland como efectiva, e indican que se debería comenzar con 20 ml/Kg intravenoso de Ringer Lactato o Suero Fisiológico en un periodo de 30-120 minutos para conseguir una diuresis de al menos 2 ml/Kg/h.

**Herndon** <sup>(14)</sup>, por su parte, en su libro “*Tratamiento integral de las quemaduras*”, profundiza más en la valoración de la orina, marcando diferencias entre la presencia de los pigmentos macroscópicos y microscópicos. No obstante, llega a la conclusión de que la distinción tiene escasa significación clínica, pues ambas deben ser eliminadas con rapidez y recibir tratamiento. Para ello, en caso de que la orina presente un color oscuro se administrarán dos ampollas de manitol (25 g) por vía intravenosa, seguido inmediatamente por dos

ampollas de bicarbonato sódico intravenoso también. Si se aprecia resultado en orina no será necesario repetir su administración.

En cuanto a la reposición hídrica, indica la administración de Ringer Lactato, el cual se infundirá a una velocidad suficiente para eliminar los pigmentos macroscópicos urinarios en caso de que los haya y en ausencia de estos, se ajustará la velocidad cada hora para alcanzar el objetivo de 30-50 ml/h de diuresis.

Mediante este protocolo de actuación, observó que el total de los pacientes con pigmentos urinarios macroscópicamente visibles no desarrollaron insuficiencia renal.

- \* [Sondaje nasogástrico](#): en el tratamiento general de grandes quemados, se indica la colocación de una sonda nasogástrica (SNG), por lo que se ha indagado en la búsqueda para comprobar si había diferencias en el caso de las quemaduras eléctricas.

La gran mayoría de los autores no hacían referencias a ello, salvo **Barranco Ruiz et al.** <sup>(15)</sup> y **Abia González y Martínez Bausela** <sup>(5)</sup>. La primera publicación señala que debe realizarse una exploración abdominal en búsqueda de signos de abdomen agudo, procediendo a la colocación de una SNG en aquellos pacientes severamente lesionados para así intentar evitar el riesgo de íleo paralítico o úlceras por estrés; mientras que la correspondiente a los últimos autores mencionados, indica su colocación en todos los casos por los mismos motivos, añadiendo el riesgo de broncoaspiración.

- \* [Profilaxis antibiótica](#): al igual que en el resto de quemaduras, es muy importante, ya que la infección podría agravar todavía más la situación del paciente, incluso pudiéndole provocar la muerte.

**Barranco Ruiz et al.** <sup>(15)</sup> señalan que las lesiones eléctricas son muy susceptibles a la infección por tétanos, por lo que los pacientes deberían recibir la vacuna toxoide y la gammaglobulina. En cuanto a la profilaxis antibiótica general, existe cierta controversia, pues generalmente no se administran antibióticos sin la presencia de una infección demostrada por cultivos o biopsias, pero refieren que, en ocasiones, a estos pacientes se les administran altas dosis

de penicilina por la elevada frecuencia de miositis provocada por el *Clostridium*.

En contraposición, **Garrido Calvo et al.** <sup>(13)</sup> defienden que siempre se debe llevar a cabo una profilaxis antitetánica, sin especificar cuál es la adecuada; y respecto a la profilaxis antibiótica, se debería administrar Penicilina G sódica en dosis de  $2-4 \times 10^6$  unidades cada 4 horas por vía intravenosa hasta que todos los tejidos necróticos hayan sido eliminados.

Por su parte, **Herndon** <sup>(14)</sup> es más contundente, afirmando que los antibióticos sólo deberían usarse en casos en los que haya indicio de infección, pues no hay evidencias de que la profilaxis con antibióticos sistémicos disminuya la incidencia de esta. En cuanto a la profilaxis antitetánica, defiende que su recomendación se basa en la historia de vacunación del sujeto. A todo paciente quemado se le administrarán 0.5 ml de toxoide tetánico. En el caso de que no haya sido vacunado previamente, exista duda o la última dosis de refuerzo hubiera sido administrada hace más de 10 años, se le administrarán también 250 unidades de inmunoglobulina antitetánica.

- \* [Tratamiento local de las heridas](#): siempre que sea posible, se llevarán a cabo una serie de medidas para poder recuperar la zona quemada mediante pomadas y/ apósitos. De no ser así, se emplearán los recursos quirúrgicos.

**Barranco Ruiz et al.** <sup>(15)</sup> recomiendan proteger las quemaduras de la sobreinfección, por lo que se cubrirían con apósitos antibióticos. Entre ellos señalan el uso del *Acetato de mafenida*, el cual es preferible para quemaduras profundas localizadas, pues consigue una mayor penetración en las escaras; y la *Sulfadiazina argéntica* para aquellos con quemaduras extensas. **Herndon** <sup>(14)</sup> coincide con estos autores, señalando la utilización de dichas pomadas. Además, recomienda un vendaje biológico para las zonas más superficiales.

En contraposición a esto, **Abia González y Martínez Bausela** <sup>(5)</sup> refieren que las lesiones cutáneas producidas por electricidad se tratarán como las quemaduras térmicas, sin especificar los productos sanitarios concretos a utilizar.

Relacionando las publicaciones anteriores, **Mariano López** <sup>(19)</sup> determina en su

artículo publicado en la “*Revista de Sanidad Militar*” que el tratamiento local de la herida será diferente en función de la fuente de energía causante del daño. En el caso de que el individuo haya sido quemado por un contacto tangencial con la corriente, se produciría normalmente una quemadura por llama como consecuencia del arco voltaico, incendiándose la ropa, por lo que serían lesiones térmicas sin zonas de entrada y salida, tratándose de la misma forma; mientras que las quemaduras por alta tensión serían bien definidas y de espesor total, utilizando como tratamiento *Sulfadiazina de plata* o *Mafenida*, siendo preferible la última.

Contrastando con el resto de autores, **Pérez et al.** <sup>(4)</sup> refieren que la utilización de la *Sulfadiazina argéntica* está únicamente indicada en aquellos casos en los que el paciente está en espera de una cirugía, debido a su control microbiano de estructuras profundas. Una vez realizados los desbridamientos iniciales, el manejo de la herida sería igual que el de la quemadura térmica, los apósitos y/o pomadas a utilizar dependerían de las características de la herida. Además de esto, está demostrado que la *Colagenasa* facilita la eliminación de tejido necrótico, favoreciendo la cicatrización, por lo que esta guía recomienda su aplicación en quemaduras de bajo voltaje principalmente.

- \* **Tratamiento quirúrgico:** en este punto de la actuación es en el que se ha observado una mayor controversia por parte de todos los autores, ya que en los últimos años ha habido un gran avance en dicho campo.

**Barranco Ruiz et al.** <sup>(15)</sup> indican que las extremidades afectadas se deben estabilizar en posición funcional para así minimizar el edema y el riesgo de contracturas. Posteriormente, deberían ser valoradas para tratamiento quirúrgico. Una de las posibilidades es la descompresión inmediata del miembro mediante la escarotomía o la fasciotomía para liberar la tensión producida por el síndrome compartimental. Si este caso no se hubiera dado, se deberían esperar unos 3-5 días para poder determinar la viabilidad tisular y así elegir el mejor tratamiento posible. En ese momento, todo tejido dudoso de ser viable debería ser extirpado, a excepción de tendones y nervios, y cubrirse la herida con colgajos.

Según **Leyva y Carvajal-Flechas** <sup>(10)</sup>, las recomendaciones actuales para la

indicación de la descompresión quirúrgica inmediata son la afectación vascular, la disfunción nerviosa periférica progresiva, el aumento de la presión compartimental y el deterioro clínico de una necrosis muscular en curso. La descompresión incluye la fasciotomía y la evaluación de los compartimentos musculares. Además, como se mencionó anteriormente, las concentraciones elevadas de *creatina-cinasa* se correlacionan con el daño muscular, por lo que recomiendan la descompresión temprana en aquellos pacientes que presenten niveles elevados de dicha enzima.

En cuanto al manejo de las heridas, defienden que el desbridamiento quirúrgico se deberá realizar tres días después de la quemadura, para así evitar dañar tejido sano. Se removerá todo tejido necrótico y aquel que se tenga en duda, se reevaluará cada 2-3 días hasta que exista la posibilidad de cerrar la herida. Es muy importante que todo tejido desvitalizado se haya retirado antes del cierre, pues si está contaminado bacteriológicamente tiene un alto riesgo de provocar sepsis. El desbridamiento conservador y cierre definitivo se realizará cuando las condiciones sean adecuadas, mediante injertos de piel o colgajos locales. En los periodos entre desbridamientos, la herida deberá estar cubierta por aloinjertos/xenoinjertos, apósitos o manejada mediante terapia de presión negativa, siempre manteniendo el mejor ambiente posible para el proceso de cicatrización.

**Garrido Calvo et al.** <sup>(13)</sup> resumen lo mencionado indicando que en el momento en el que se logre una estabilidad hemodinámica, los pacientes serán intervenidos quirúrgicamente para poder retirar todo el tejido necrótico de las zonas afectadas y realizar fasciotomías en el caso de que fuera necesario. Tras esto, la herida se dejaría cubierta con un apósito para poder realizar una segunda exploración quirúrgica a las 48-72 horas y un nuevo desbridamiento si se necesitara. Tan pronto como fuera posible, la pérdida cutánea se cubriría con injertos.

Por su parte, **Zapata Sirvent, Jiménez Castillo y Besso** <sup>(9)</sup> hacen referencia a varias opciones quirúrgicas. Entre ellas destacan las *escarotomías* y *fasciotomías tempranas*; las *necrectomías*, que consisten en la eliminación del tejido necrótico de manera progresiva; y las *amputaciones*, realizándose en aquellos casos en los

cuales no sea posible la viabilidad del miembro. También señalan la opción de *puentes arteriales y colgajos musculares* con el fin de intentar preservar los miembros afectados, aunque es una práctica que debe realizarse con cautela, pues si los vasos están afectados puede desencadenar una necrosis de la zona.

Para finalizar y complementando a los autores anteriormente mencionados, **Mariano López** <sup>(19)</sup> hace referencia en su artículo al desbridamiento quirúrgico, destacando principalmente dos tipos: las *escisiones tangenciales* y las *escisiones de espesor total*. Las tangenciales se realizan en quemaduras con espesor parcial afectado, retirando el tejido en capas de forma secuencial en la primera semana tras el accidente; mientras que las de espesor total, consisten en retirar el tejido necrótico hasta encontrar tejido celular subcutáneo o fascia. Una vez realizado esto, se procedería a la cobertura de la herida mediante autoinjertos cutáneos.

En cuanto a los procedimientos reconstructivos, señala como los más frecuentes las *Z-plastias*, *W-plastias* o *V-Y-plastias*, cuya finalidad es trasponer colgajos, cambiar de dirección una cicatriz y/o elongarla. También se cuenta con el uso de expansores tisulares.

Tras dichas indicaciones, remarca que la elección de cualquiera de estas alternativas dependerá de la magnitud del defecto tisular, la región anatómica afectada y la experiencia del cirujano.



## **6. CONCLUSIÓN**

Tras el análisis de diversos autores y sus publicaciones acerca del manejo del paciente crítico quemado por electricidad, se ha observado que no existe una gran discrepancia entre ellos en cuanto a las pautas esenciales de actuación, basándose principalmente en la reanimación intensa mediante fluidos, la valoración constante de la integridad vascular distal y la intervención quirúrgica urgente en caso de que fuera necesario.

La primera medida a tomar y por tanto, la más importante, es la separación de la víctima de la fuente de energía eléctrica que le está ocasionando el daño, comprobando inmediatamente después el estado de conciencia y la permeabilidad de la vía aérea. En el caso de que fuera necesario, se procederían a realizar las maniobras de reanimación cardiopulmonar.

Debido a que los accidentes eléctricos pueden provocar daños miocárdicos, se deberá proceder a la realización de un ECG para comprobar el funcionamiento cardiaco, adecuando el seguimiento en función de las alteraciones producidas. Para ello, será de gran utilidad la monitorización de los niveles de las enzimas cardíacas aunque, como han señalado los autores estudiados, se utilizarán siempre para complementar la valoración, nunca como criterio diagnóstico.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, la medida imprescindible en la actuación de estos pacientes es la fluidoterapia. A diferencia del resto de quemaduras, no se llevará a cabo siguiendo la Fórmula de Parkland y por tanto el porcentaje de SCQ correspondiente, si no que se ajustará a las necesidades hídricas del paciente con el fin de obtener un determinado gasto urinario. Además, se remarca la importancia de la alcalinización de la orina para intentar evitar un posible fallo renal y compensar la acidosis producida.

Al igual que en la gran mayoría de lesiones, la profilaxis antibiótica es fundamental para evitar contraer infecciones y agravar por tanto el cuadro. Para ello, se realizarán cultivos cuando sea necesario, determinando el tratamiento en función de los resultados obtenidos. En concreto, los pacientes con quemaduras eléctricas son muy susceptibles a la infección tetánica, por lo que se deberá llevar a cabo su profilaxis teniendo en cuenta su historial de vacunación y las circunstancias en las

que se ha producido el accidente.

En cuanto al tratamiento local de las heridas, se valorará el uso de ciertas pomadas y/o apósitos en función de sus características, recurriendo al desbridamiento en caso de ser necesario. Si estas medidas no son suficientes, se empleará la técnica quirúrgica que más se adecúe a cada lesión, pudiendo llevar a la amputación del miembro.

Para finalizar, cabe mencionar que durante el proceso de búsqueda bibliográfica, se ha observado una gran variedad de tratamientos experimentales que se están llevando a cabo en los últimos años, sobre todo en el ámbito quirúrgico, siendo realmente efectivos y contribuyendo así a la mejoría de la calidad de vida del paciente.

## **7. BIBLIOGRAFÍA**

1. Palao Doménech R. Quemados. Valoración y criterios de actuación [Internet]. Barcelona: Marge Medica Books; 2010 [Consultado el 6 de Febrero del 2020]. 52 p. Disponible en:  
<https://docplayer.es/12413939-Quemados-valoracion-y-criterios-de-actuacion.html>
2. Martín Espinosa N.M, Píriz-Campos R.M. ¿Qué necesitamos saber sobre las quemaduras? Fisiopatología, etiología y repercusiones. Rev ROL Enferm [Internet]. 2014 [Consultado el 20 de Diciembre del 2019]; 37 (2): 80-86. Disponible en:  
[https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjMx\\_bI95LpAhUOoRQKHUxECFcQFjAAegQIAxAB&url=http%3A%2F%2Fwww.e-rol.es%2Fbiblioonline%2Frevistas%2F2014%2F02%2F08\\_Qu\\_e\\_necesitamos.pdf&usg=AOvVaw0Tpff2Fkm8-zPvT3ryLSmK](https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjMx_bI95LpAhUOoRQKHUxECFcQFjAAegQIAxAB&url=http%3A%2F%2Fwww.e-rol.es%2Fbiblioonline%2Frevistas%2F2014%2F02%2F08_Qu_e_necesitamos.pdf&usg=AOvVaw0Tpff2Fkm8-zPvT3ryLSmK)
3. Ramírez C.E, Ramírez C.E, González L.F, Ramírez N, Vélez K. Fisiopatología del paciente quemado. Rev. Univ. Ind. Santander [Internet]. 2010 [Consultado el 20 de Diciembre del 2019]; 42 (1): 55-65. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-08072010000100007](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-08072010000100007)
4. Pérez M, Martínez P, Pérez L, Cañadas F. Guía de práctica clínica para el cuidado de personas que sufren quemaduras [Internet]. Sevilla: Servicio Andaluz de Salud (Consejería de Salud). Editor: Artefacto; 2011 [Consultado el 3 de Enero del 2020]. 120 p. Disponible en:  
[https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjM3NqN-JLpAhVd8uAKHSKuBZsQFjAAegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fportal.guiasalud.es%2Fwp-content%2Fuploads%2F2019%2F01%2FGPC\\_485\\_Quemados\\_Junta\\_Andalucia\\_completa.pdf&usg=AOvVaw1JLcTVFcgkVvmAeRCZYHkq](https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwjM3NqN-JLpAhVd8uAKHSKuBZsQFjAAegQIAhAB&url=https%3A%2F%2Fportal.guiasalud.es%2Fwp-content%2Fuploads%2F2019%2F01%2FGPC_485_Quemados_Junta_Andalucia_completa.pdf&usg=AOvVaw1JLcTVFcgkVvmAeRCZYHkq)
5. Abia González J, Martínez Bausela J. Manual de actuación clínica en las Unidades Medicalizadas de Emergencia [Internet]. 2019 [Consultado el 10 de

Enero del 2020]; 2. Disponible en:

<https://www.saludcastillayleon.es/institucion/es/biblioteca/materiales-consejeria-sanidad/buscador/manual-actuacion-clinica-unidades-medicalizadas-emergencia#.XqKwVT2GIBc.google>

6. González Castro L.F, Ávila Vargas S.V, Quezada Rueda J.T, Vivas García SM. Fisiopatología de las quemaduras eléctricas: artículo de revisión. Rev Chilena de Anestesia [Internet]. 2018 [Consultado el 21 de Diciembre del 2019]; 24 (2): 51-56. Disponible en:  
<https://revistachilenadeanestesia.cl/fisiopatologia-de-las-quemaduras-electricas-articulo-de-revision/>
7. García-Alonso I. Cap. 8 Lesiones producidas por la electricidad [Internet]. España: Universidad del País Vasco; 2017 [Consultado el 3 de Enero del 2020]. Disponible en:  
<https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwixkra0-pLpAhWM3oUKHWHKBE8QFjAAegQIARAB&url=http%3A%2F%2Fwww.oc.lm.ehu.es%2FFundamentos%2Fpatologia%2FApoyo%2FCap%25208%2520Lesiones%2520por%2520electricidad.pdf&usg=AOvVaw2nsApusYEC544x1bR5IS-n>
8. Ávila Darcia S, Solís Flores W. Trauma eléctrico. Med Leg Costa Rica [Internet]. 2016 [Consultado el 3 de Enero del 2020]; 33 (1): 63-9. Disponible en:  
[https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-00152016000100063](https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152016000100063)
9. Zapata Sirvent R.L, Jiménez Castillo, C. J, Besso, J. Tratamiento del paciente con quemaduras eléctricas. En: Quemaduras. Tratamiento crítico y quirúrgico [Internet]. Caracas: Editorial Ateproca. 2005 [Consultado el 3 de Enero del 2020]; 27-34. Disponible en:  
[https://www.academia.edu/32022369/Diagn%C3%B3stico\\_y\\_tratamiento\\_inicial\\_del\\_paciente\\_quemado\\_en\\_la\\_emergencia](https://www.academia.edu/32022369/Diagn%C3%B3stico_y_tratamiento_inicial_del_paciente_quemado_en_la_emergencia)
10. Leyva J.C, Carvajal-Flechas F. Lesiones eléctricas, artículo de revisión. Univ Méd de Bogotá [Internet]. 2015 [Consultado el 10 de Enero del 2020]; 56 (1): 63-74. Disponible en:

- <https://www.redalyc.org/pdf/2310/231040431005.pdf>
11. Ministerio de Salud de Chile. Guías Clínicas AUGÉ Gran Quemado. Manejo del paciente Gran Quemado. Bibl Minist Salud Chile [Internet]. 2016 [Consultado el 11 de Enero del 2020]; 109. Disponible en:  
[https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjT0ufl\\_pLpAhVy6uAKHRx-CFwQFjAAegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Fwww.bibliotecaminsal.cl%2Fwp%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F04%2FGPC-GRAN-QUEMADO-FINAL-18-MARZO-2016\\_DIAGRAMADA.pdf&usg=AOvVaw30zcIVBvDCcmqVAIxEywc](https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjT0ufl_pLpAhVy6uAKHRx-CFwQFjAAegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Fwww.bibliotecaminsal.cl%2Fwp%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F04%2FGPC-GRAN-QUEMADO-FINAL-18-MARZO-2016_DIAGRAMADA.pdf&usg=AOvVaw30zcIVBvDCcmqVAIxEywc)
  12. Arnoldo B, Klein M, Gibran N.S. Practice Guidelines for the Management of Electrical Injuries. Journal of Burn Care & Research [Internet]. 2006 [Consultado el 16 de Enero del 2020]; 27 (4): 439-447. Disponible en:  
[https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?cmd=Retrieve&db=PubMed&list\\_uids=16819345&dopt=Abstract](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed?cmd=Retrieve&db=PubMed&list_uids=16819345&dopt=Abstract)
  13. Garrido Calvo A.M, Pinos Laborda P.J, Medrano Sanz S, Bruscas Alijalde M.J, Moreno Mirallas M.J, Gil Romea I. Quemaduras. Hospital Clínico Universitario de Zaragoza. Rev Cir Gen Esp [Internet]. 2001 [Consultado el 1 de Febrero del 2020]; 14. Disponible en:  
<http://www.medynet.com/usuarios/jraguilar/Quemaduras.pdf>
  14. Herndon D.N. Tratamiento integral de las quemaduras. Tercera Edición. Elsevier; 2009. 634 p.
  15. Barranco Ruiz F, Blasco Morilla J, Mérida Morales A, Muñoz Sánchez M.A, Gil Cebrián J, Martín Rubí C. Principios de Urgencias, Emergencias y Cuidados Críticos. Editorial Alhulia; 1999. 1570 p.
  16. Servicio de Medicina Intensiva, Hospital Río Hortega (Valladolid). Protocolo Quemadura por Alto Voltaje; 2011.
  17. Ramos-Gallardo G, Ambríz Plascencia AR, Rodríguez Madrigal R, González-Reynoso L, Enríquez-Domínguez L. Resultados en el manejo de quemaduras eléctricas en un hospital de tercer nivel. Cir Gen. [Internet]. 2012 [Consultado el 14 de Enero del 2020]; 34: 189-92. Disponible en:  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-00992012000300007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-00992012000300007)

18. De los Santos C.E. Guía Básica para el tratamiento del paciente quemado. En: Medicina y Salud. República Dominicana; 2001.
19. Mariano López DJ. Manejo del paciente con quemaduras por corriente eléctrica. Rev Sanid Milit Mex [Internet]. 2003 [Consultado el 21 de Febrero del 2020]; 57: 149-154. Disponible en:  
<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=75226>

## 8. ANEXOS

❖ **ANEXO 1: FACTORES DE GRAVEDAD** a tener en cuenta en la valoración de las lesiones eléctricas. <sup>(6, 7)</sup>

- **Intensidad:** es el más importante. Su unidad de medida son los Amperios (Amp) y hace referencia a la cantidad de electrones que se desplazan por el cuerpo por unidad de tiempo. Se deben alcanzar como mínimo 1,1 mAmp para que el cuerpo lo perciba (el llamado *umbral de la sensibilidad*) y se produzca, por tanto, una lesión.
- **Voltaje:** es la fuerza que permite el desplazamiento de los electrones y se cuantifica en Voltios (V).
  - Se considera **bajo voltaje** cuando es inferior a 1.000 voltios. Este tipo de accidente eléctrico es el más frecuente, dándose sobre todo en niños y jóvenes en el ámbito doméstico.
  - Por lo tanto, si la corriente supera los 1.000 voltios se considera de **alto voltaje**, siendo más frecuente en el ámbito laboral, ya que suele ser causado por contacto con fuentes de alimentación externas.
- **Resistencia:** su unidad de medida son los Ohmios (Ohm) y es la oposición que presenta un cuerpo al desplazamiento de electrones. La resistencia de cada tejido es directamente proporcional al grado de lesión, es decir, a mayor resistencia, mayor es la cantidad de calor que se origina y por tanto, la lesión es mayor. Por ello, es importante conocer el grado de resistencia que presenta cada tejido, siendo:
  - **Menor resistencia:** vasos sanguíneos, nervios y músculos.
  - **Resistencia intermedia:** piel, pues variará en función de la humedad que presente.
  - **Mayor resistencia:** tejido adiposo, tendones y huesos.
- **Trayecto:** la corriente penetra en el organismo y sigue siempre un recorrido a través de los tejidos que menor resistencia ofrecen y mejor conductividad poseen.

- **Tipo de corriente:** atendiendo al sentido de desplazamiento de los electrones, podemos diferenciar dos tipos:
  - **Corriente continua:** el sentido es unidireccional. Es menos peligrosa, ya que suele provocar una única contracción muscular, la cual retira a la víctima de la fuente eléctrica.
  - **Corriente alterna:** el sentido oscila constantemente, dependiendo del equipo que genera la electricidad (alternador). Es más peligrosa, provocando una contracción sostenida en la víctima (tetania) e impidiendo así la liberación del contacto.
- **Duración del contacto** con la corriente: cuanto mayor sea el tiempo de exposición a la fuente eléctrica, mayor será la gravedad de la lesión.

❖ **ANEXO 2: FISIOPATOLOGÍA** de las quemaduras eléctricas. <sup>(8)</sup>

<b>Sistema cardiovascular</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Aumenta el gasto cardiaco:</b> debido a la fuga de plasma.</li><li>▪ <b>Aumenta la tensión arterial</b> por vasoconstricción de pequeños vasos (más afectados por su baja resistencia al paso de la corriente). Pueden llegar a trombosarse.</li></ul> <p>En función del voltaje de la corriente:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Necrosis</b> en el miocardio.</li><li>▪ <b>Arritmias cardíacas:</b> la mayoría se producen inmediatamente tras el impacto, aunque pueden llegar a desarrollarse hasta 12 h después. La causa más frecuente de mortalidad es la Fibrilación Ventricular (FV) o la Taquicardia Ventricular (TV).</li></ul>
<b>Aparato respiratorio</b>	<p>El problema más común es el <b>cese de la respiración espontánea</b>, como consecuencia de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Paro cardiaco (por FV normalmente).</li><li>▪ Inhibición del centro respiratorio en el cerebro.</li><li>▪ Tetania de los músculos respiratorios.</li></ul>



<b>Sistema músculo- esquelético</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Necrosis</b> en la <b>zona de contacto</b>: debido al paso de la corriente y el calor generado por ella.</li><li>▪ <b>Síndrome Compartimental</b>: es la complicación más frecuente. Consiste en el aumento de la presión dentro de un compartimento osteofascial cerrado, llegando a afectar al paquete neurovascular de la zona y comprometiendo así la viabilidad de los tejidos de ese compartimento. En el 60% de los casos lleva a la amputación del miembro.</li><li>▪ <b>Rabdomiólisis</b>: consiste en la necrosis del tejido muscular y su consecuente liberación a la sangre de los componentes de las fibras musculares, como la mioglobina, la cual puede provocar un fallo renal.</li><li>▪ <b>Fracturas óseas</b>: debidas principalmente a la tetanización muscular.</li><li>▪ <b>Traumas múltiples</b>: como consecuencia del impacto de la descarga.</li></ul>
<b>Sistema nervioso</b>	<p>Su tejido ofrece una resistencia eléctrica mínima, lo que puede provocar una <b>destrucción de las fibras nerviosas</b> y/o la <b>pérdida de las vainas de mielina</b>.</p> <p>Entre las complicaciones más frecuentes destacan:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ <b>Pérdida del estado de conciencia.</b></li><li>▪ <b>Convulsiones.</b></li><li>▪ <b>Neuropatía periférica.</b></li><li>▪ Lesión medular.</li><li>▪ Hemorragia intracraneal.</li><li>▪ Coma.</li></ul>

<p><b>Sistema urinario</b></p>	<p>Gran tendencia a desarrollar una <b>Insuficiencia renal aguda</b>, con posibilidad de cronificación.</p> <p>Una de las principales causas de esto son los acúmulos de mioglobina en los túbulos renales, provocando así su obstrucción.</p>
<p><b>Sistema tegumentario</b></p>	<p>La <b>piel</b> es la primera barrera defensora del organismo contra la descarga, por lo que se verá afectada en todos los casos.</p> <p>Las quemaduras producidas variarán en función del grado de profundidad que haya alcanzado la corriente y de la resistencia de la piel en ese momento y en la zona afectada, pues varía en función del grado de humedad que presente y además, no es igual en todas las partes del cuerpo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Marca eléctrica:</b> se denomina así a la escara de pequeño diámetro, la cual coincide con el punto de entrada o salida de la corriente.</li> <li>▪ <b>Figuras del Lichtenberg:</b> son marcas cutáneas indoloras y eritematosas que siguen un patrón dendrítico o arborescente. Se da en los casos de fulguración.</li> </ul>
<p><b>Aparato digestivo</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ La vasoconstricción de sus vasos provoca una <b>hipoperfusión gastrointestinal</b>, lo que conlleva a diversas complicaciones, como el íleo paralítico.</li> <li>▪ <b>Úlceras de curling:</b> en casos de lesiones por contacto directo de la electricidad con las vísceras o como consecuencia del estrés.</li> <li>▪ <b>Perforaciones abdominales.</b></li> <li>▪ <b>Hemorragias intestinales.</b></li> <li>▪ <b>Necrosis</b> de las vísceras.</li> </ul>

<b>Órganos de los sentidos</b>	<p>Las complicaciones más frecuentes son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <b>Cataratas.</b></li> <li>▪ <b>Otorragia.</b></li> <li>▪ <b>Perforación timpánica.</b></li> </ul>
<p>Si la mayoría de estas afectaciones no se tratan de la forma más precoz posible pueden desencadenar una serie de <u>complicaciones tardías</u>, como son el <b>shock séptico</b> y el <b>fallo multiorgánico</b>.</p>	

❖ **ANEXO 3: REGLA ABCDE** según la cual se realiza la valoración inicial de los pacientes politraumatizados. El orden de actuación no es secuencial, sino en función de la importancia de las alteraciones. <sup>(5)</sup>

**A. Airway** → el primer paso es el manejo adecuado de la columna cervical. En caso de ser necesaria su inmovilización, se emplearán los instrumentos destinados para ello (teniendo en cuenta que ninguno inmoviliza en su totalidad). Una vez realizado esto, se procederá a la apertura de la vía aérea, que en caso de estar comprometida, se recurrirá a la utilización de dispositivos supraglóticos o a la intubación endotraqueal.

**B. Breathing** → se valorará la ventilación del paciente, corrigiendo en la medida de lo posible los factores que puedan estar obstaculizándola. Una vez solucionado esto, se procederá a la ventilación con el ambu (*Air Mask Bag Unit*) reproduciendo la forma fisiológica de este proceso.

**C. Circulation** → corresponde al estado circulatorio. Se procederá a controlar las hemorragias externas en caso de que las hubiera, canalizar dos vías venosas periféricas (de no ser posible, canalizar una vía intraósea) e iniciar la perfusión de fluidos, vigilando la tensión arterial y la frecuencia cardíaca.

**D. Disability** → se valorará el estado neurológico mediante la Escala de Coma de Glasgow y el tamaño y la reactividad pupilar.

**E. Exposure** → consiste en controlar la hipotermia y la exposición de las lesiones.